

**Heat exchanger having a collecting pipe with a slot formed therein**

Patent Number: ☐ US5743329  
Publication date: 1998-04-28  
Inventor(s): WOLF WALTER (DE); DAMSOHN HERBERT (DE); GERLACH WOLFGANG (DE)  
Applicant(s):: BEHR GMBH & CO (DE)  
Requested Patent: ☐ DE4442040  
Application US19950561331 19951121  
Priority Number(s): DE19944442040 19941125  
IPC Classification: F28F9/02  
EC Classification: F28F9/02H, F28F9/18B  
Equivalents: ☐ EP0714008, A3, ☐ JP8226787

**Abstract**

A heat exchanger is disclosed which has a collecting pipe having formed therein at least one slot whereby the slot lies in a plane roughly perpendicular to the collecting pipe longitudinal axis. A flat pipe, which is capable of accommodating a fluid, a partition, or the like can be inserted into the slot, the narrow sides of the slot being limited by parallel-running slot walls of the collecting pipe which extend roughly along a tangent to a circle around the pipe longitudinal axis. The slot length, determined by the spacing between the slot walls, corresponds at least to the pipe inner diameter. A method of making a slot in a collecting pipe also is disclosed whereby in order to produce the smallest possible pipe diameter and high compressive strength, a stable and seal-tight connection of a laterally issuing structural part is ensured. To prepare such a slot, it is envisaged that the slot walls are formed by deformation of the material of the collecting pipe, which slot walls have a constant wall thickness over their wall length, the outer sides of the slot walls lying for the most part outside the pipe outer casing. A heat exchanger having a slot formed in a, collecting pipe, such as a condenser, a heating element, an oil cooler, a charge cooler or the like is disclosed.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 42 040 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 28 F 9/02**

⑳ Aktenzeichen: P 44 42 040.4  
㉑ Anmeldetag: 25. 11. 94  
㉒ Offenlegungstag: 30. 5. 96

DE 44 42 040 A 1

㉗ Anmelder:  
Behr GmbH & Co, 70469 Stuttgart, DE

㉘ Vertreter:  
Kerkhof, M., Rechtsanw.; Wasmuth, R., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anw., 70192 Stuttgart

㉙ Erfinder:  
Damsohn, Herbert, Dr., 73773 Aichwald, DE;  
Gerlach, Wolfgang, 71101 Schönaich, DE; Wolf,  
Walter, Dipl.-Ing., 71570 Oppenweiler, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

US	52 97 624
US	52 43 842
US	52 36 044
US	52 09 292
US	51 19 552
US	49 60 169
US	49 45 635
US	36 89 972
EP	5 84 993 A1
EP	5 48 850 A1

JP Patents Abstracts of Japan: 3-260594  
A., M-1213, Febr. 21, 1992, Vol. 16, No. 72;  
3-238130 A., M-1202, Jan. 22, 1992, Vol. 16, No. 26;  
3-243233 A., M-1204, Jan. 28, 1992, Vol. 16, No. 34;

⑤④ Wärmetauscher mit einem Sammelrohr

⑤⑦ Der Wärmetauscher weist ein Sammelrohr auf, in das mindestens ein Schlitz eingebracht ist, der in einer Ebene etwa senkrecht zur Sammelrohr-Längsachse liegt. In den Schlitz ist ein fluiddurchströmtes Flachrohr, eine Trennwand oder dgl. einsteckbar, wobei die Schmalseiten des Schlitzes von parallel zueinander angeordneten Schlitzwänden des Sammelrohrs begrenzt sind, die sich etwa längs einer Tangente zu einem Kreis um die Rohrlängsachse erstrecken. Die vom Abstand der Schlitzwände bestimmte Schlitzlänge entspricht zumindest dem Rohr-Innendurchmesser. Um einen Wärmetauscher mit einem Sammelrohr zu schaffen, mit dem bei geringstmöglichem Rohrdurchmesser und hoher Druckfestigkeit eine stabile und dichte Verbindung eines seitlich einmündenden Bauteils gewährleistet ist, ist vorgesehen, daß die Schlitzwände durch Verformung des Materials des Sammelrohrs gebildet sind, die über ihre Wandlänge eine konstante Wandstärke aufweisen, wobei die Schlitzwand-Außenseiten größtenteils außerhalb des Rohr-Außenmantels liegen. Wärmetauscher mit einem Sammelrohr wie Kondensator, Heizkörper, Ölkühler, Ladeluftkühler oder dgl.

DE 44 42 040 A 1

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher mit einem Sammelrohr nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zur Herstellung eines Schlitzes in einem derartigen Sammelrohr nach dem Oberbegriff des Anspruchs 12.

Ein derartiger Wärmetauscher ist aus der US 5 265 672 bekannt, die zwei parallele Sammelrohre zeigt, zwischen denen fluiddurchströmte Flachrohre angeordnet sind. Die Flachrohre münden jeweils in einen Schlitz im Sammelrohr, der in einer Ebene etwa senkrecht zur Längsachse des Sammelrohrs angeordnet ist. Das Wärmetauscherfluid durchströmt zur Abgabe der Wärme die Flachrohre, wobei die Sammelrohre als Verbindung zweier benachbarter Flachrohre dienen. An den axialen Enden der Sammelrohre sind verstärkt ausgebildete Halteschienen angeordnet, die durch die Schlitz in die Sammelrohre geführt sind und als Trennwand den Innenraum des Sammelrohrs axial verschließen. Die Schlitz sind an ihren Schmalseiten von parallel zueinander angeordneten Schlitzwänden des Sammelrohrs begrenzt, wobei sich die Schlitzwände etwa längs einer Tangente zu einem Kreis um die Rohrlängsachse erstrecken. Die vom Abstand der Schlitzwände bestimmte Schlitzlänge entspricht dabei dem Innendurchmesser des Sammelrohrs, um zu gewährleisten, daß ein Flachrohr oder ein Verschlusselement wie eine Trennwand problemlos in den Schlitz eingeführt werden kann. Das eingeführte Bauteil ist dabei über die Länge der zueinander parallel angeordneten Schlitzwände an den Schmalseiten des Schlitzes umgriffen und kann beispielsweise durch Löten fest mit dem Sammelrohr verbunden werden.

Diese Verbindung hat den Nachteil, daß die für ein Verbinden von Sammelrohr und eingestecktem Bauteil vorhandene Länge der Schlitzwand sehr gering ist, da diese von dem Innendurchmesser und dem Außendurchmesser des Sammelrohrs abhängt und maximal von einer Rohrmittlebene bis zum Schnittpunkt der Schlitzwand mit dem Außenmantel des Sammelrohrs reicht. Die Verbindung von Sammelrohr und einragendem Bauteil muß innerhalb dieser beschränkten Schlitzwandlänge erfolgen.

Mit zunehmendem Abstand von der Rohrmittlebene werden die Schlitzwände immer dünner und grenzen etwa spitzwinklig an den Außenmantel des Sammelrohrs. Im Bereich des Außenmantels besteht die Gefahr, daß die Schlitzwände die erforderliche Stabilität nicht mehr aufbringen und das Material einreißen kann, wofür bereits vergleichsweise geringe Kräfte verantwortlich sein können, die beispielsweise beim Einstecken eines Flachrohres in den Schlitz entstehen können. Im Falle eines Einreißens ist eine dichte und druckfeste Verbindung nicht sichergestellt, so daß das gesamte Sammelrohr ausgetauscht werden muß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Wärmetauscher mit einem Sammelrohr anzugeben, mit dem bei geringstmöglichem Durchmesser und hoher Druckfestigkeit eine stabile und dichte Verbindung eines seitlich einmündenden Bauteils gewährleistet ist; zudem soll ein Verfahren angegeben werden, mit dem ein Sammelrohr für einen derartigen Wärmetauscher gefertigt werden kann.

Diese Aufgabe wird bei einem Wärmetauscher erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und bezüglich des Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

Da die Schlitzwände identisch sind mit den verformten Wänden des Sammelrohrs, weisen sie über ihre gesamte Wandlänge eine konstante Wandstärke auf. Die Schlitzwände sind daher gegenüber dem Stand der Technik erheblich stabiler ausgebildet, wodurch die Gefahr eines Materialversagens wesentlich reduziert ist.

Ein derartiger Schlitz ist erfindungsgemäß dadurch herstellbar, daß zunächst ein Schlitz mit kleinerer Schlitzlänge als der Sammelrohr-Innendurchmesser eingebracht wird, beispielsweise durch Sägen, Fräsen, Stanzen oder ähnliches, und in einem zweiten Schritt die Schmalseiten des Schlitzes begrenzenden Sammelrohrwände mit Hilfe eines Schlitzstempels bis auf die endgültige Schlitzlänge vergrößert und kalibriert werden. Derartige Schlitz sind produktionstechnisch schnell und einfach herzustellen.

Die aufgeweiteten Schlitzwände erstrecken sich zweckmäßig zumindest von einer Mittelebene durch das Sammelrohr bis zu einem Schnittpunkt der Tangente an der Schlitzwand mit dem Außenmantel des Sammelrohrs. Hierfür wird in einem ersten Schritt ein Schlitz in das Sammelrohr eingebracht, dessen Schlitzlänge zumindest um die doppelte Wandstärke des Sammelrohrs gegenüber dem Innendurchmesser des Sammelrohrs vermindert ist. Es ist dadurch sichergestellt, daß das in den Schlitz eingesteckte Bauteil über eine Mindestlänge an seinen Schmalseiten von den Schlitzwänden gehalten ist, und aufgrund der größeren Verbindungsfläche das Bauteil lagesicher gehalten und eine druckdichte Verbindung hergestellt werden kann.

In einer vorteilhaften Ausführung ist am Innenmantel des Sammelrohrs im Bereich der Schlitzebene eine umlaufende, den Schlitzboden bildende Nut ausgebildet, deren Nutgrund einen größeren Abstand zur Längsachse aufweist als der Rohrrinnenmantel. In diese radial aufgeweitete Nut ist ein Flachrohr oder eine Trennwand einsteckbar, das bzw. die eine größere Breite als der Innendurchmesser des Sammelrohrs aufweist. Die aufgeweitete Nut kann mit Hilfe des Schlitzstempels hergestellt werden, der in den Rohrrinnenraum versenkt wird und den Schlitzboden radial nach außen drückt. Die Nut verläuft dabei in einem Halbkreis konzentrisch zum Innenmantel des Sammelrohrs; die sich an den Halbkreis anschließenden Endabschnitte der Nut sind vorteilhaft von den Schlitzwänden gebildet.

In einer weiteren Ausführung ist vorgesehen, daß der Abstand des Nutgrundes der aufgeweiteten Nut zum Rohrrinnenmantel in Richtung Schlitzboden sich immer weiter verringert, so daß die in maximaler Entfernung zur Schlitzöffnung liegende Seite des Innenmantels nicht bzw. nur geringfügig aufgeweitet ist.

Gemäß einer zweckmäßigen Ausführung sind die Schlitzwände gegenüber dem Rohrrinnenmantel radial nach außen versetzt, so daß zwischen den Schlitzwänden und dem Rohrrinnenmantel eine Schulter gebildet ist, durch die die Einstecktiefe des in das Sammelrohr seitlich einzuführenden Bauteils begrenzt ist.

Das Sammelrohr kann einen von der Kreisform abweichenden, insbesondere einen bezüglich einer Querschnittslängsachse symmetrischen Querschnitt aufweisen. Der Querschnitt ist zweckmäßig aus zwei Kreisabschnitten mit unterschiedlichem Radius gebildet, die durch gerade, etwa parallel zur Querschnittslängsachse ausgerichtete Wandabschnitte miteinander verbunden sind. Die Schlitzöffnung kann an dem Kreisabschnitt mit größerem Radius eingebracht sein, wobei sich die Schlitzwände an den geraden Wandabschnitten erstrecken. Die Einstecktiefe ist durch den der Schlitzöffnung

gegenüberliegenden Kreisabschnitt mit kleinerem Radius begrenzt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sowie vorteilhafte Ausgestaltungen sind nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch ein Sammelrohr entlang der Schlitzebene mit umgeformten Schlitzwänden,

Fig. 2 eine Draufsicht auf das Sammelrohr nach Fig. 1 im Bereich der Schlitzöffnung,

Fig. 3 einen Querschnitt durch ein Sammelrohr mit umlaufender, radial aufgeweiteter Nut,

Fig. 4 eine Draufsicht auf das Sammelrohr nach Fig. 3,

Fig. 5 eine der Fig. 3 vergleichbare Darstellung mit einer umlaufenden Nut in anderer Ausführung,

Fig. 6 einen Querschnitt durch ein Sammelrohr mit radial nach außen versetzten Schlitzwänden,

Fig. 7 einen Querschnitt durch ein Sammelrohr mit einer von der Kreisform abweichenden Querschnittsgestalt,

Fig. 8 eine perspektivische Darstellung des Sammelrohrs nach Fig. 7 mit eingeschobenem Flachrohr,

Fig. 9 eine perspektivische Darstellung eines axial größeren Abschnittes des Sammelrohrs nach Fig. 7,

Fig. 10 eine Seitenansicht der Darstellung nach Fig. 9,

Fig. 11a bis 11c jeweils einen Querschnitt durch ein Sammelrohr während der verschiedenen Stufen des Herstellungsprozesses,

Fig. 12 einen Schlitzstempel zur Aufweitung der Schlitzwände.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt quer zur Längsachse 5 eines einstückig gefertigten Sammelrohrs 2, das in einem nicht näher dargestellten Wärmetauscher 1 eingesetzt ist. Das Sammelrohr 2 weist einen Schlitz 3 auf, der in einer Ebene 4 etwa senkrecht zur Längsachse 5 des Sammelrohrs liegt. Über die axiale Länge des Sammelrohrs sind mehrere, parallel angeordnete Schlitzzeilen eingebracht, in die Flachrohre einsteckbar sind, die von Wärmetauscherfluid durchströmt sind. Das Wärmetauscherfluid eines Flachrohrs fließt in den Innenraum des Sammelrohrs und wird in das benachbarte Flachrohr umgelenkt. Zur Erzielung einer eindeutigen, mäanderförmigen Strömungsführung durch benachbarte Flachrohre sind in weitere Schlitzzeilen im Sammelrohr Trennwände einsteckbar, die den Sammelrohrquerschnitt dicht verschließen.

Die Schmalseiten des Schlitzes 3 sind von parallel zueinander angeordneten Schlitzwänden 8a, 8b des Sammelrohrs 2 begrenzt, die sich etwa längs einer Tangente 9a, 9b zu einem im Rohrrinnenmantel 14 liegenden Kreis 10 um die Rohrlängsachse 5 erstrecken. Die Schlitzlänge  $a$  ist vom Abstand der Schlitzwände 8a, 8b bestimmt und entspricht dem Innendurchmesser  $d$  des Sammelrohrs 2.

Die Schlitzwände 8a, 8b sind aus den umgeformten Wänden 11a, 11b des Sammelrohrs 2 gebildet und weisen über ihre Wandlänge 1 eine konstante Wandstärke  $s$  auf. Die Außenseiten 12a, 12b der Schlitzwände verlaufen größtenteils außerhalb des Außenmantels 13 des Sammelrohrs 2. In den Schlitz 3 ist ein Flachrohr mit gleichem Querschnitt wie der Querschnitt des Schlitzes einsteckbar, wobei die Einstecktiefe von einer Rohrmittelsebene 15 begrenzt ist, die zwischen dem halbkreisförmigen Schlitzboden 16 und den sich daran anschließenden Schlitzwänden 8a, 8b verläuft. Für den Fall, daß der Rohrquerschnitt dicht abgeschlossen werden soll, wird eine Trennwand in den Schlitz eingeschoben, die am Innenmantel 14 des Sammelrohrs im Bereich des Schlitz-

zes anliegt. Flachrohre und Trennwände können durch Löten fest im Schlitz verankert werden.

Mit dieser Ausbildung des Schlitzes im Sammelrohr ist es möglich, daß der Außendurchmesser des Sammelrohrs die Schlitzlänge  $a$  lediglich um die doppelte Wandstärke  $s$  überschreitet. Die Wandstärke der Schlitzwände 8a, 8b, die im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 identisch ist mit der Wandstärke  $s$  des Sammelrohrs, ist über die gesamte Länge 1 der Schlitzwände konstant; die Schlitzwände können daher auch im Bereich ihrer axial offenen Enden hohe Querbelastungen aufnehmen, ohne daß die Gefahr eines Materialbruchs besteht. Auch ist die Gefahr einer Rißbildung bei der Aufweitung der Schlitzwände auf ihr Endmaß  $a$  entscheidend verringert. Der Berstdruck eines derart ausgebildeten Sammelrohrs kann bis zu 120 bar und gegebenenfalls auch mehr betragen.

In Fig. 2 ist eine Draufsicht auf das Sammelrohr 2 im Bereich des Schlitzes 3 dargestellt. Die Schlitzwände 8a, 8b können in Form einer Schlitznut 25 teilkreisförmig ausgebildet sein, in die das entsprechend geformte Flachrohr bzw. die Trennwand einsteckbar ist. Die Schlitznut 25 erlaubt ein sicheres Einführen des einzu- steckenden Bauteils entlang der Schlitzebene 4.

Die Schlitzwände 8a, 8b erstrecken sich vorteilhaft zumindest von der Rohrmittelsebene 15 bis zu einem Schnittpunkt A bzw. B der Tangenten 9a und 9b mit dem Außenmantel 13 des Sammelrohrs, um sicherzustellen, daß das Flachrohr bzw. die Trennwand über eine Mindestlänge im Schlitz 3 gehalten ist.

In den Fig. 3 und 4 ist eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Schlitzes im Sammelrohr gezeigt. Am Innenmantel 14 des Sammelrohrs 2 ist im Bereich der Schlitzebene 4 eine umlaufende, den Schlitzboden 16 bildende Nut 17 ausgebildet, deren Nutgrund 18 einen größeren Abstand  $c$  zur Rohrlängsachse 5 aufweist als der Rohrrinnenmantel 14. Der Nutgrund 18 bildet einen konzentrischen Kreis zum Innenmantel 14 und ist gegenüber dem Innenmantel um den Betrag der Nuttiefe  $t$  radial nach außen versetzt. Die axialen Endabschnitte 19a, 19b der Nut 17 sind dabei zweckmäßig von den Schlitzwänden 8a, 8b gebildet, wobei die halbkreisförmige Nut 17 in die tangential anliegende Schlitznut 25 übergeht. In die Nut 17 kann vorteilhaft eine Trennwand eingeschoben werden, die bis herab zum Schlitzboden 16 sicher im Schlitz 3 geführt ist. Fig. 4 ist zu entnehmen, daß die Schlitzwandaußenseiten 12a, 12b infolge der radial aufgeweiteten Nut 18 über den Außenmantel 13 des Sammelrohrs 2 hinausragen. Die Schlitzlänge  $a$  ist gegenüber dem Rohrinneindurchmesser  $d$  um den doppelten Betrag der Nuttiefe  $t$  vergrößert.

Das Sammelrohr der Fig. 5 weist ebenfalls eine radial aufgeweitete, in der Schlitzebene 4 liegende Nut 17 auf, wobei die Nuttiefe  $t$  zwischen Nutgrund 18 und Rohrrinnenmantel 14 mit zunehmender Distanz von der Schlitzöffnung 20 hin zum Schlitzboden 16 sich verringert. Wie in der rechten Bildhälfte der Fig. 5 dargestellt, kann die Nuttiefe  $t$  vollständig auf Null zurückgehen, das heißt daß der Nutgrund 18 in den Innenmantel 14 übergeht; gemäß der in der linken Bildhälfte gezeigten Ausführung kann die Nuttiefe  $t$  am Schlitzboden 16 ein Restmaß aufweisen. Die Schlitzlänge  $a$  ist vom Abstand der Schlitzwände 8a, 8b bestimmt.

In Fig. 6 ist eine weitere zweckmäßige Ausbildung des Schlitzes 3 im Sammelrohr 2 gezeigt. Die Schlitzwände 8a, 8b sind gegenüber dem Rohrrinnenmantel 14 radial um einen Betrag  $f$  nach außen versetzt; zwischen

dem Rohrrinnenmantel 14 und den Schlitzwänden ist eine Schulter 21a, 21b gebildet, die vorteilhaft als rampenförmiger Übergang zwischen Schlitzwand und Innenmantel schräg abfällt. Durch die rampenförmige Ausbildung der Schulter sind Materialspannungen gering gehalten, die durch die Schlitzvergrößerung in der Rohrwand des Sammelrohrs entstehen können. An der Schulter 21a, 21b kann das in den Schlitz 3 eingesteckte Flachrohr abgestützt werden, wodurch eine fest vorgegebene Einstecktiefe bestimmt ist. Die Schulter 21a, 21b hindert zudem flüssiges Lötgut daran, während des Lötvorganges zwischen den Schlitzwänden 8a, 8b und den Schmalseiten des Flachrohres abzufließen und in den Innenraum des Sammelrohrs 2 einzutreten. Die Schlitzlänge  $a$  ist bei dieser Ausbildung um den doppelten Betrag des Versatzes  $f$  zwischen Innenmantel und Schlitzwand gegenüber dem Rohrrinnendurchmesser  $d$  erweitert.

Die Fig. 7 bis 10 zeigen jeweils ein Sammelrohr mit einem von der Kreisform abweichenden Querschnitt. Der Querschnitt ist vorteilhaft bezüglich einer Querschnittslängsachse 22 symmetrisch ausgebildet, Fig. 7. Er ist aus zwei Kreisabschnitten 27, 28 mit unterschiedlichem Radius  $r$ ,  $R$  zusammengesetzt, die durch zwei gerade, etwa parallel zur Querschnittslängsachse 22 ausgerichtete Wandabschnitte 26a, 26b miteinander verbunden sind. Die Schlitzöffnung 20 ist zweckmäßig an dem Kreisabschnitt 28 mit größerem Radius  $R$  eingebracht, wobei sich die Schlitzwände 8a, 8b an den geraden Wandabschnitten 26a, 26b erstrecken und insbesondere gegenüber dem Rohrrinnenmantel 14 radial nach außen um den Betrag  $f$  versetzt sind. Die Schlitzlänge  $a$  ist daher gegenüber der Innenbreite des Sammelrohrs — entlang der Querachse 23 gemessen — um den doppelten Betrag  $f$  erweitert. Die Schlitzwände 8a, 8b erstrecken sich zu beiden Seiten der Querachse 23.

Diese Ausbildung des Sammelrohrs hat den Vorteil, daß die Bauhöhe  $h$  des Sammelrohrs 2 je nach Länge der Wandabschnitte 26a, 26b variiert werden kann. Fallen die Wandabschnitte 26a, 26b ganz weg, ist die Bauhöhe  $h$  bei gleicher Querschnittsfläche des Sammelrohrs im Vergleich zu einem runden Rohrquerschnitt verringert. Der Kreisabschnitt 28 mit vergrößertem Radius  $R$  liegt in Form eines leicht abgerundeten Deckels beidseitig zur Schlitzöffnung 20 an, wodurch die Bauhöhe  $h$  vermindert ist.

Die perspektivische Darstellung der Fig. 8 zeigt das Sammelrohr nach Fig. 7 mit einem in den Schlitz 3 eingesteckten Flachrohr 6, das als Mehrkammerprofil mit mehreren parallelen Einzelkanälen 29 ausgebildet ist. Die Schmalseiten des Flachrohrs 6 sind leicht abgerundet ausgebildet und werden in den Schlitznuten 25 der Schlitzwände 8a, 8b geführt.

Fig. 9 zeigt eine weitere perspektivische Darstellung des Sammelrohrs 2 aus Fig. 7, wobei ein größerer axialer Abschnitt des Sammelrohrs dargestellt ist. In das Sammelrohr sind mehrere parallele, etwa in gleichem Abstand angeordnete, Schlitz 3 eingebracht, die wie vorbeschrieben entweder radial nach außen versetzte Schlitzwände oder eine radial aufgeweitete Nut aufweisen. Neben einem Flachrohr 6 sind in die Schlitz Trennwände 7a und 7b einsetzbar, die eine an den Innenraum des Rohres im Bereich des Schlitzes angepaßte Kontur aufweisen.

Die Trennwand 7a ist als Platte ausgebildet, deren Dicke etwa der Schlitzbreite entspricht und die etwa Rechteckgestalt mit halbkreisförmigem Endabschnitt aufweist; die Trennwand 7a ist in einen gemäß Fig. 3

oder 5 ausgebildeten Schlitz einsteckbar. Die Trennwand 7b weist ebenfalls eine etwa rechteckförmige Gestalt auf, wobei der Endabschnitt als Kreisabschnitt mit kleinerem Durchmesser als die Rechteckbreite ausgebildet ist. Hierdurch ergibt sich im Übergangsbereich des Kreisabschnitts zum Rechteck eine Schulter, die komplementär zur Schulter 21a, 21b des Schlitzes nach Fig. 6 bzw. Fig. 7 ausgebildet ist.

Das Sammelrohr der Fig. 9 weist über den gesamten gezeigten Abschnitt die gleiche unrunde Querschnittsgestalt auf; gemäß einer nicht dargestellten Ausführung kann es auch zweckmäßig sein, lediglich einzelne Segmente des Sammelrohrs im Bereich der Schlitz unrund auszubilden und die übrigen Sammelrohrabschnitte kreisförmig zu fertigen. Die unrunder Abschnitte können hierbei durch Umformen hergestellt werden.

Fig. 10 zeigt eine Seitenansicht der Darstellung nach Fig. 9, wobei ein weiterer Schlitz 3' am Sammelrohr 2 angeordnet ist, der sich auf der gegenüberliegenden Seite eines vorhergehenden Schlitzes 3 befindet. Eine wechselseitige Anordnung der Schlitz auf gegenüberliegenden Seiten des Sammelrohrs kann insbesondere für den Fall zweckmäßig sein, daß in die Schlitz auf einer Sammelrohrseite Flachrohre eingesteckt werden und in die Schlitz auf der gegenüberliegenden Seite Trennwände eingeschoben werden.

In den Fig. 11a bis 11c ist ein Verfahren zur Herstellung eines Schlitzes in einem Sammelrohr dargestellt. Fig. 11a zeigt einen Schnitt durch ein unverformtes Sammelrohr 2, in das in Fig. 11b ein Schlitz 3 durch Sägen, Fräsen, Stanzen oder ähnliches eingebracht wird. Der in einem ersten Schritt eingebrachte Schlitz 3 (Fig. 11b) weist eine kleinere Schlitzlänge  $e$  als der Sammelrohr-Innendurchmesser  $d$  auf. Das Sammelrohr weist daher im Bereich des Schlitzes Kreisabschnittsform auf, die über eine Halbkreisform hinausreicht. In einem zweiten Schritt werden die die Schmalseiten des Schlitzes 3 begrenzenden Sammelrohrwände 11a, 11b mittels eines Schlitzstempels 24 auf die endgültige Schlitzlänge  $a$  vergrößert und kalibriert, siehe Fig. 11c. Die Sammelrohrwände 11a, 11b bilden die parallel zueinander angeordneten Schlitzwände 8a, 8b.

Weiterhin ist vorgesehen, daß die im ersten Schritt eingebrachte Schlitzlänge  $e$  zumindest um die doppelte Wandstärke  $s$  des Sammelrohrs 2 gegenüber dem Sammelrohr-Innendurchmesser  $d$  vermindert ist. Dadurch ist sichergestellt, daß bei einer Vergrößerung der Sammelrohrwände auf das Endmaß der Stirnbereich der Schlitzwände 8a, 8b außerhalb des Außenmantels 13 des Sammelrohrs 2 liegt.

Mit Hilfe des Schlitzstempels 24 können die Schlitzwände 8a, 8b so weit radial nach außen versetzt werden, daß die vom Abstand der Schlitzwände 8a, 8b bestimmte Schlitzlänge  $a$  größer ist als der Sammelrohr-Innendurchmesser  $d$ , siehe hierzu Fig. 6 und 7. Der Schlitzstempel 24 ist hierfür ähnlich wie die vorbeschriebene Trennwand 7b aufgebaut, er besteht aus einem etwa rechteckförmigen Grundkörper 30, an den sich ein an den Rohrquerschnitt angepaßter, etwa halbkreisförmiger Endabschnitt 31 anschließt. Der Endabschnitt 31 weist vorteilhaft einen geringeren Durchmesser als der rechteckförmige Grundkörper 30 des Schlitzstempels 24 auf, wobei der Durchmesser zweckmäßig um den doppelten Betrag der Wandstärke  $s$  verringert ist.

Wie in Fig. 11c dargestellt ist, kann zwischen Grundkörper 30 und Endabschnitt 31 ein Zwischenabschnitt 32 in den Schlitzstempel 24 eingesetzt sein, der etwa die Länge  $l$  der Schlitzwände 8a, 8b aufweist und die glei-

che Breite hat wie der Durchmesser des Endabschnitts 31.

Gemäß Fig. 12 kann sich der Endabschnitt 31 auch direkt über einen schrägen Übergang 33 an den Grundkörper 30 anschließen; mit einem derartigen Schlitzstempel 24 können vorteilhaft die radial nach außen versetzten Schlitzwände 8a, 8b der Fig. 6 bzw. 7 hergestellt werden, wobei der Endabschnitt 31 den gleichen Durchmesser wie der Sammelrohr-Innendurchmesser aufweist und vollständig in den Sammelrohr-Innenraum versenkt wird.

Für den Fall, daß der Endabschnitt 31 des Schlitzstempels 24 einen größeren Durchmesser aufweist als der Sammelrohr-Innendurchmesser, kann eine in der Schlitzebene 4 liegende, radial am Innenmantel 14 des Sammelrohrs umlaufende Nut 17 eingedrückt werden, Fig. 3 und 5.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das Verfahren findet zweckmäßig Anwendung bei Ganzmetall-Wärmetauschern wie Ölkühlern, Ladeluftkühlern, in Heizkörpern und Flachrohrkondensatoren, unabhängig davon, ob diese einflutig oder mehrflutig ausgestaltet sind.

#### Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit einem Sammelrohr, in das mindestens ein Schlitz (3) eingebracht ist, der in einer Ebene (4) etwa senkrecht zur Längsachse (5) des Sammelrohrs (2) liegt und in den ein fluiddurchströmtes Flachrohr (6), eine Trennwand (7a, 7b) oder dgl. einsteckbar ist, wobei die Schmalseiten des Schlitzes (3) von parallel zueinander angeordneten Schlitzwänden (8a, 8b) des Sammelrohrs (2) begrenzt sind, die sich etwa längs einer Tangente (9a, 9b) zu einem Kreis (10) um die Rohrlängsachse (5) erstrecken und die vom Abstand der Schlitzwände (8a, 8b) bestimmte Schlitzlänge (a) zumindest dem Sammelrohr-Innendurchmesser (d) entspricht, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitzwände (8a, 8b) aus verformten Wandabschnitten (11a, 11b) des Sammelrohrs (2) gebildet sind, die über ihre Wandlänge (1) eine konstante Wandstärke (s) aufweisen, und die Schlitzwand-Außenseiten (12a, 12b) größtenteils außerhalb des Sammelrohr-Außenmantels (13) liegen.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitzwände (8a, 8b) sich zumindest von einer Rohrmittlebene (15) bis zu einem Schnittpunkt (A, B) der Tangente (9a, 9b) mit dem Rohr-Außenmantel (13) erstrecken.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß am Rohr-Innenmantel (14) im Bereich der Schlitzebene (4) eine umlaufende, den Schlitzboden (16) bildende Nut (17) ausgebildet ist, deren Nutgrund (18) einen größeren Abstand (c) zur Rohrlängsachse (5) aufweist als der Rohr-Innenmantel (14).

4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die axialen Endabschnitte (19a, 19b) der Nut (17) von den Schlitzwänden (8a, 8b) gebildet sind.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Nutgrund (18) konzentrisch zum Rohr-Innenmantel (14) verläuft.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuttiefe (t) vom Nutgrund (18) zum Rohr-Innenmantel (14) mit zunehmender

Distanz zur Schlitzöffnung (20) sich verringert.

7. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitzwände (8a, 8b) gegenüber dem Rohr-Innenmantel (14) radial nach außen versetzt sind und zwischen den Schlitzwänden (8a, 8b) und dem Rohr-Innenmantel (14) eine Schulter (21a, 21b) gebildet ist.

8. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Sammelrohr (2) einen von der Kreisform abweichenden, insbesondere einen bezüglich einer Querschnittslängsachse (22) symmetrischen Querschnitt aufweist.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt aus zwei Kreisabschnitten (27, 28) mit unterschiedlichem Radius (r, R) gebildet ist, die durch gerade, etwa parallel zur Querschnittslängsachse (22) ausgerichtete Wandabschnitte (26a, 26b) miteinander verbunden sind.

10. Wärmetauscher nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitzöffnung (20) an dem Kreisabschnitt (28) mit größerem Radius (R) eingebracht ist und die Schlitzwände (8a, 8b) sich an den geraden Wandabschnitten (26a, 26b) erstrecken.

11. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwei axial aufeinanderfolgende Schlitz (3, 3') auf gegenüberliegenden Seiten des Sammelrohrs (2) angeordnet sind.

12. Verfahren zur Herstellung eines Schlitzes (3) in einem Sammelrohr (2) eines Wärmetauschers (1), der in einer Ebene (4) etwa senkrecht zur Sammelrohr-Längsachse (5) liegt und in den ein fluiddurchströmtes Flachrohr (6), eine Trennwand (7a, 7b) oder dgl. einsteckbar ist, wobei die Schlitzlänge (a) zumindest dem Sammelrohr-Innendurchmesser (d) entspricht und der Schlitz (3) durch Sägen, Fräsen, Stanzen oder ähnliches hergestellt wird, dadurch gekennzeichnet, daß in einem ersten Schritt ein Schlitz (3) mit kleinerer Schlitzlänge (e) als der Sammelrohr-Innendurchmesser (d) eingebracht wird und in einem zweiten Schritt die die Schmalseiten des Schlitzes (3) begrenzenden Sammelrohrwände (11a, 11b) mittels eines Schlitzstempels (24) auf die endgültige Schlitzlänge (a) vergrößert und kalibriert werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Schritt ein Schlitz (3) in das Sammelrohr (2) eingebracht wird, dessen Schlitzlänge (e) zumindest um die doppelte Wandstärke (s) des Sammelrohrs (2) gegenüber dem Rohr-Innendurchmesser (d) vermindert ist.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitzwände (8a, 8b) von dem Schlitzstempel (24) so weit radial nach außen versetzt werden, daß die vom Abstand der Schlitzwände (8a, 8b) bestimmte Schlitzlänge (a) größer ist als der Rohr-Innendurchmesser (d).

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Schlitzstempel (24) eine in der Schlitzebene (4) liegende, radial am Innenmantel (14) des Sammelrohrs (2) umlaufende Nut (17) eingedrückt wird.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

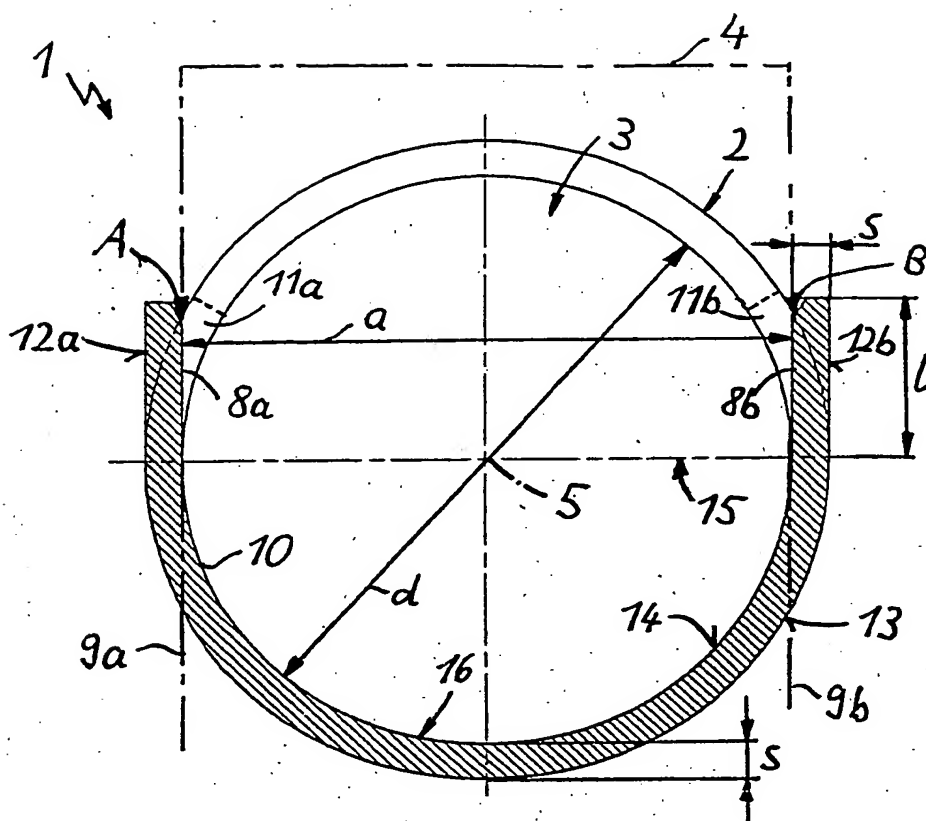


Fig. 1

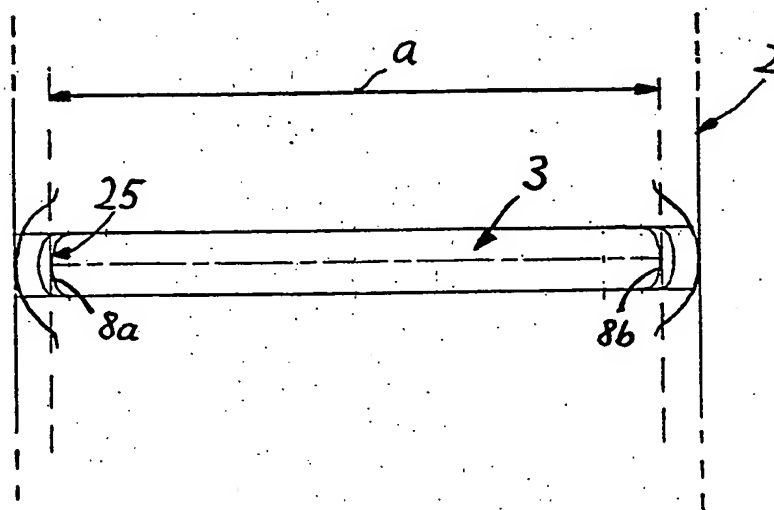


Fig. 2

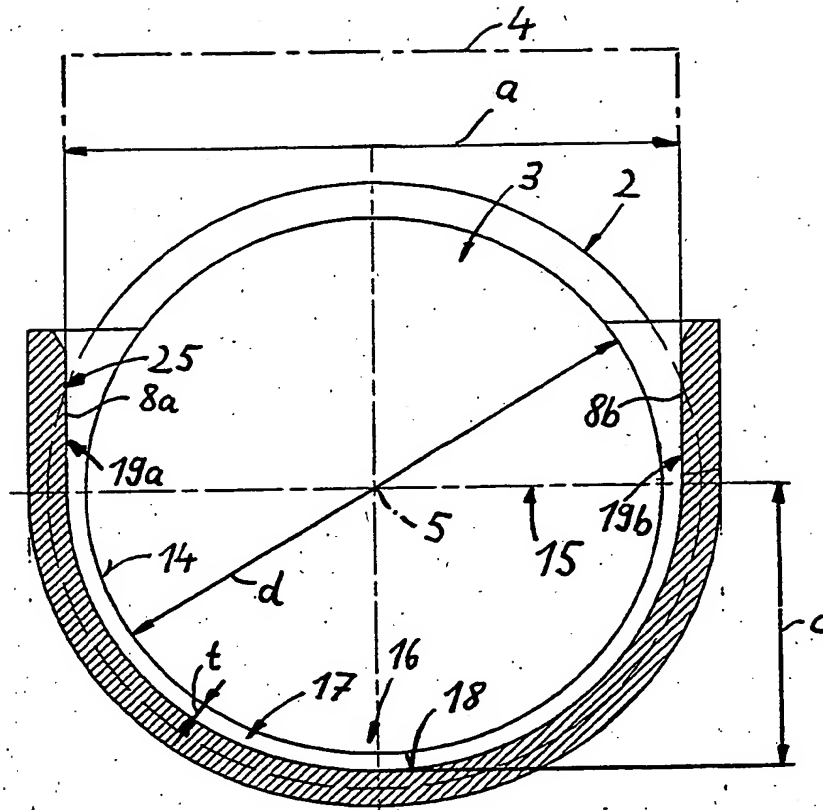


Fig. 3

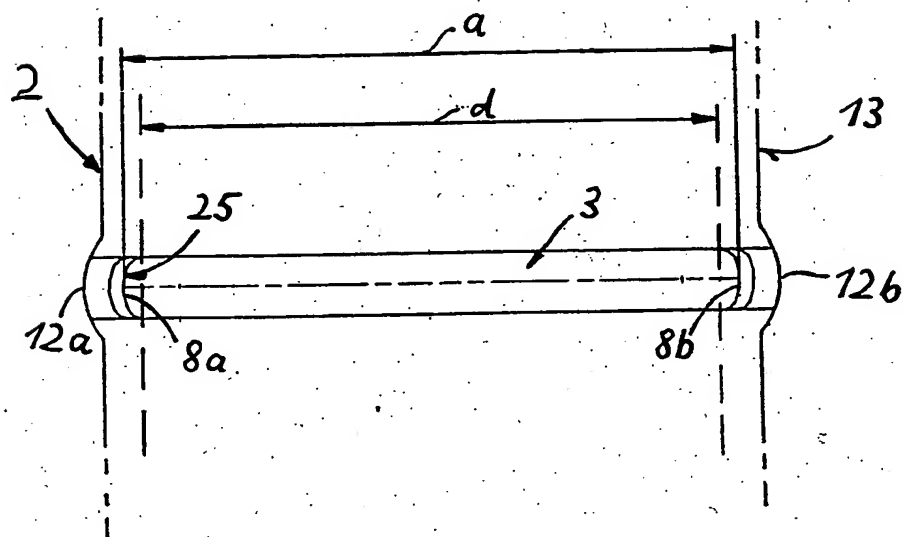


Fig. 4

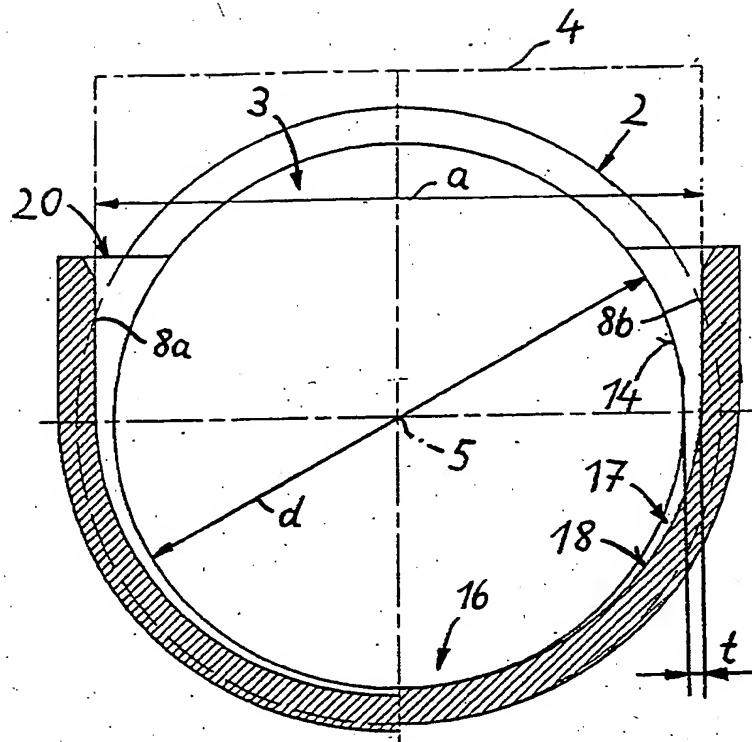


Fig. 5

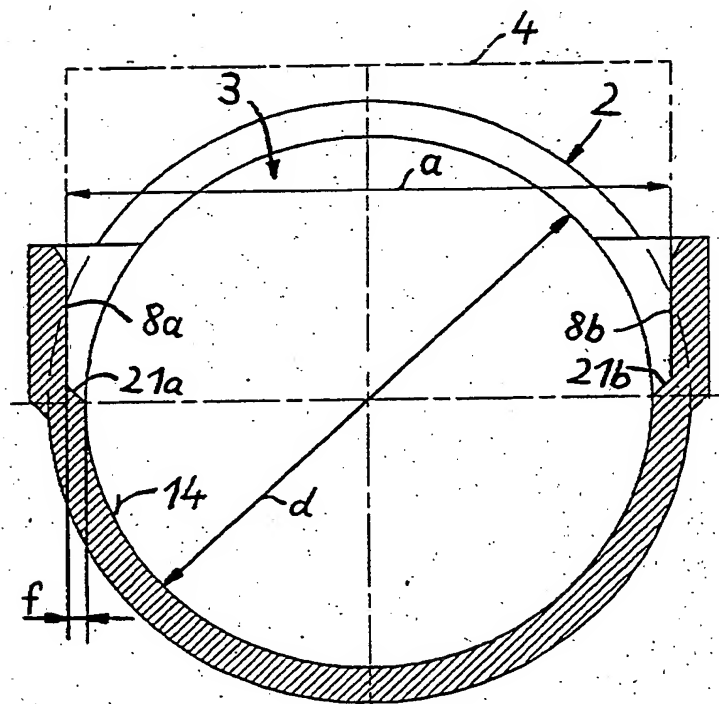


Fig. 6



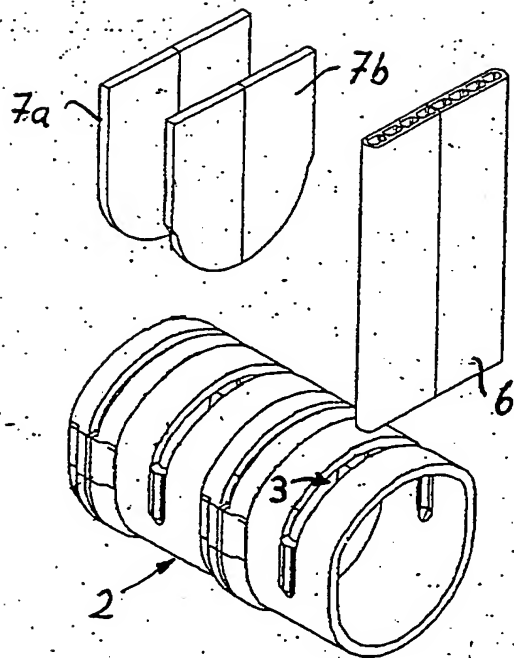


Fig. 9

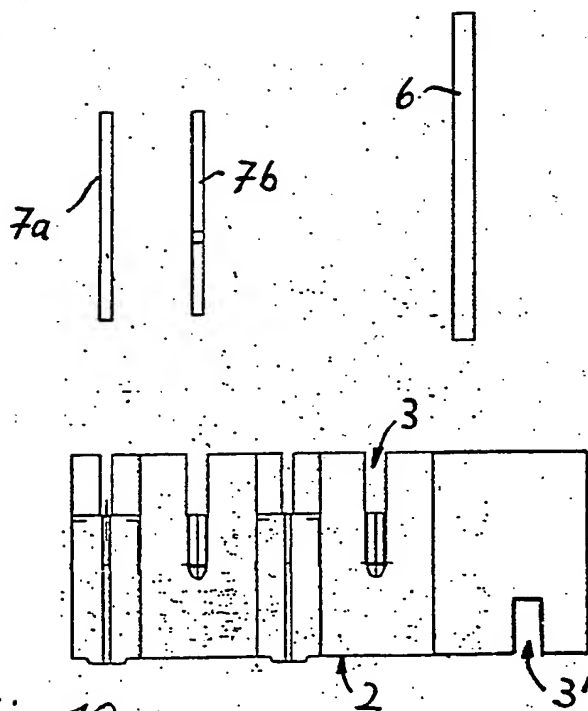


Fig. 10

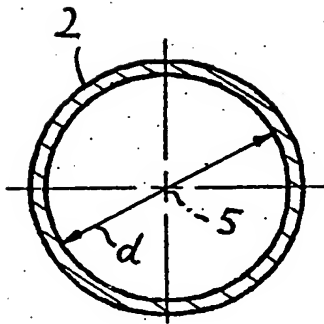


Fig. 11a

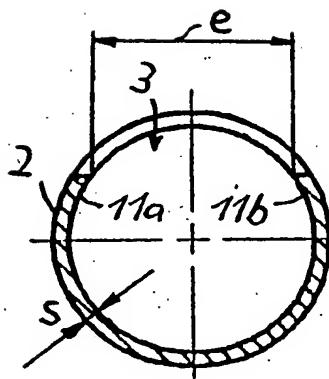


Fig. 11b

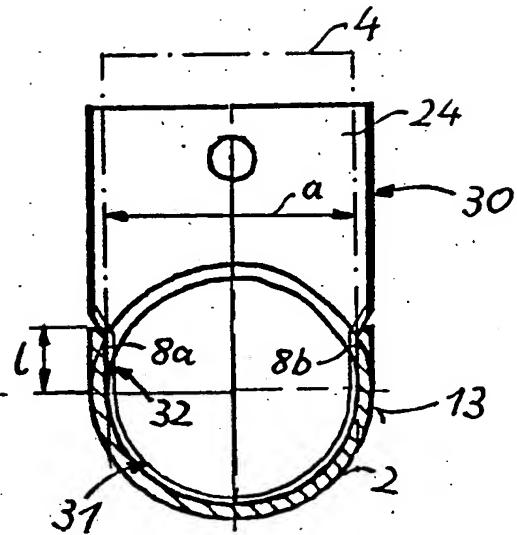


Fig. 11c

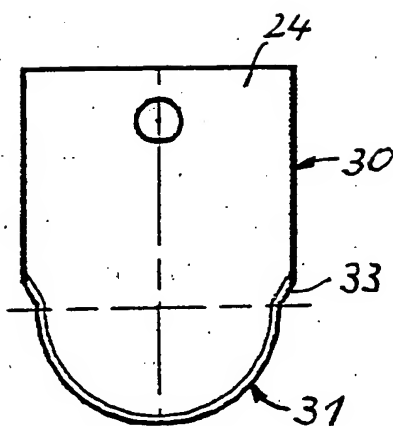


Fig. 12